

## ANALISIS DEBIT AIR DAN AIRTANAH DANGKAL DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) PRUMPUNG, KABUPATEN TUBAN

### *Analyze of Water Recharge and Groundwater of Prumpung Watershed, Tuban Regency*

Riyan Niagara<sup>a</sup>, Yanuar Purwanto<sup>a</sup>, Yuli Suharnoto<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Program Studi Teknik Sipil dan Lingkungan, Sekolah Pascasarjana IPB —47niagara@gmail

<sup>b</sup>Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Gedung Dept SIL-IPB, Kampus IPB Dramaga Bogor 16680 Telp. (0251) 8627225

**Abstract.** *The water demand increases in line with the growths of population, industry and business, but the water availability is ascertained to satisfy those needs continuously. Therefore, it is necessary to analyze water availability in a specified watershed integrated with various aspects in hydrology. The objective of this study were (1) to identify of landuse at Prumpung watershed, (2) to determine water availability in Prumpung watershed by analyzing the relationship of rainfall and river discharge using the Soil and Water Assessment Tool (SWAT) and (3) to influence government policies relation with urban planning of Tuban Regency. The watershed is located in Tuban Regency and based on urban planning of Tuban Regency 2012-2032 which is covering 22,319.14 ha. Input data were Digital Elevation Models, land use, and soil map. The procedures were including collection and process of climate data, trend analysis of water availability, discharge measurements, discharge analyze and calibration using SWAT. The results of existing landuse showed that the minimum water discharge was 0.338 m<sup>3</sup>/s to the maximum 5,945 m<sup>3</sup>/s with groundwater availability was maximum until 3,070 mm on July to September 2014. SWAT has generated 27 HRUs that described the spatial condition of the whole watershed. Calculated discharges with SWAT compared to the measured discharges having The Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) of 0.77 and correlation coefficient of 0.79. Conservation scenario has been conducted at several landuses for water availability and based on conservation area. The results showed that the minimum water discharge was 0.334m<sup>3</sup>/s to the maximum 4.842 m<sup>3</sup>/s with groundwater availability was maximum until 3,140 mm. There were no significant change of groundwater based on urban planning and scenario at Prumpung watershed, Tuban Regency. Identification of Prumpung watershed produced relatively small water discharge compared than water demand based urban planning of Tuban Regency. A plan of water management for exploiting of high rain fall in rainy season will contribute in consideration of the appropriate water supply/demand balance in dry season.*

Keywords: *Prumpung Watershed, SWAT, Water Discharge,*

(Diterima: 12-01-2016; Disetujui: 11-02-2016)

### 1. Pendahuluan

Kabupaten Tuban merupakan salah satu bagian wilayah dari Provinsi Jawa Timur, yang memiliki luas wilayah mencapai 1,839.94 km<sup>2</sup>, dengan panjang pantai 65 km dan luas lautan 22,608 km<sup>2</sup> (BPS 2013). Dalam upaya menunjang pembangunan Kabupaten Tuban, serta dilatar belakangi oleh kemampuan sumber daya alam yang dimiliki, Kabupaten Tuban akan melakukan perubahan kawasan pertanian menjadi kawasan industri. Berdasarkan Peraturan Daerah tentang Rencana Tata Ruang Wilayah No. 9 Tahun 2012 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Tuban Tahun 2012-2032, Kabupaten Tuban mengakomodir wilayah yang akan dijadikan perkembangan sektor industri namun tidak mengabaikan sektor lainnya.

DAS (Daerah Aliran Sungai) Prumpung merupakan DAS terbesar di daerah Tuban dengan luas wilayah mencapai 22,319.14 ha. DAS Prumpung meliputi lima wilayah Kecamatan Tuban. Perubahan lahan atau alih fungsi lahan akan memicu konflik sosial dan permasalahan lingkungan khususnya perubahan kondisi kawa-

san *catchment area* dan dapat menyebabkan perubahan aliran permukaan DAS Prumpung. Hal ini berpengaruh terhadap kondisi debit aliran sungai di daerah aliran sungai dan airtanah dangkal. Penggunaan air yang meningkat yang akan menurunkan ketersediaan air khususnya dalam kebutuhan sektor pertanian dan industri.

Secara umum ketersediaan air pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) dipengaruhi oleh faktor iklim, topografi, geologi, vegetasi dan proses hidrologi. Namun pemanfaatannya berbeda-beda tergantung dari pemenuhan kebutuhan dari aktivitas manusia yang berada di dalamnya. Debit aliran sungai atau jumlah air dalam DAS akan menentukan pemenuhan kebutuhan dari aktivitas manusia. Debit minimum dapat dimanfaatkan untuk merancang kebutuhan air minimum yang dapat terpenuhi terutama pada musim kemarau, sedangkan debit maksimum untuk mengetahui peluang terjadinya banjir. Debit aliran sungai rata-rata tahunan dapat memberikan gambaran potensi sumber daya air yang dapat dimanfaatkan dari suatu daerah aliran sungai (Irsyad 2011). Menurut Puslitbangtanak dan

Jasa Tirta (2002) perubahan penggunaan lahan memberikan dampak terhadap peningkatan atau penurunan debit puncak aliran permukaan.

Mengacu dari permasalahan yang ada, diperlukannya suatu kajian analisis mengenai debit aliran sungai di Daerah Aliran Sungai (DAS) Prumpung yang merupakan DAS terbesar di Kabupaten Tuban terhadap krisis kelangkaan dan ketersediaan air yang umumnya terjadi pada musim kering atau kemarau. Berdasarkan Kepala Badan Penanggulangan Bencana Daerah Pemkab (Pemerintah Kabupaten) Tuban (Ludiono 2014), krisis air selalu menjadi langganan Kabupaten Tuban jika musim kemarau tiba dan panjang, bencana kekeringan di sejumlah wilayah Kabupaten Tuban diperkirakan bertambah seiring dengan musim kemarau panjang. Manajemen yang baik dalam penggunaan air terhadap ketersediaan air pada DAS Prumpung dapat mengelola pemenuhan kebutuhan air baik domestik maupun non domestik (industri, pertanian dan perikanan) khususnya menghadapi krisis air pada musim kemarau.

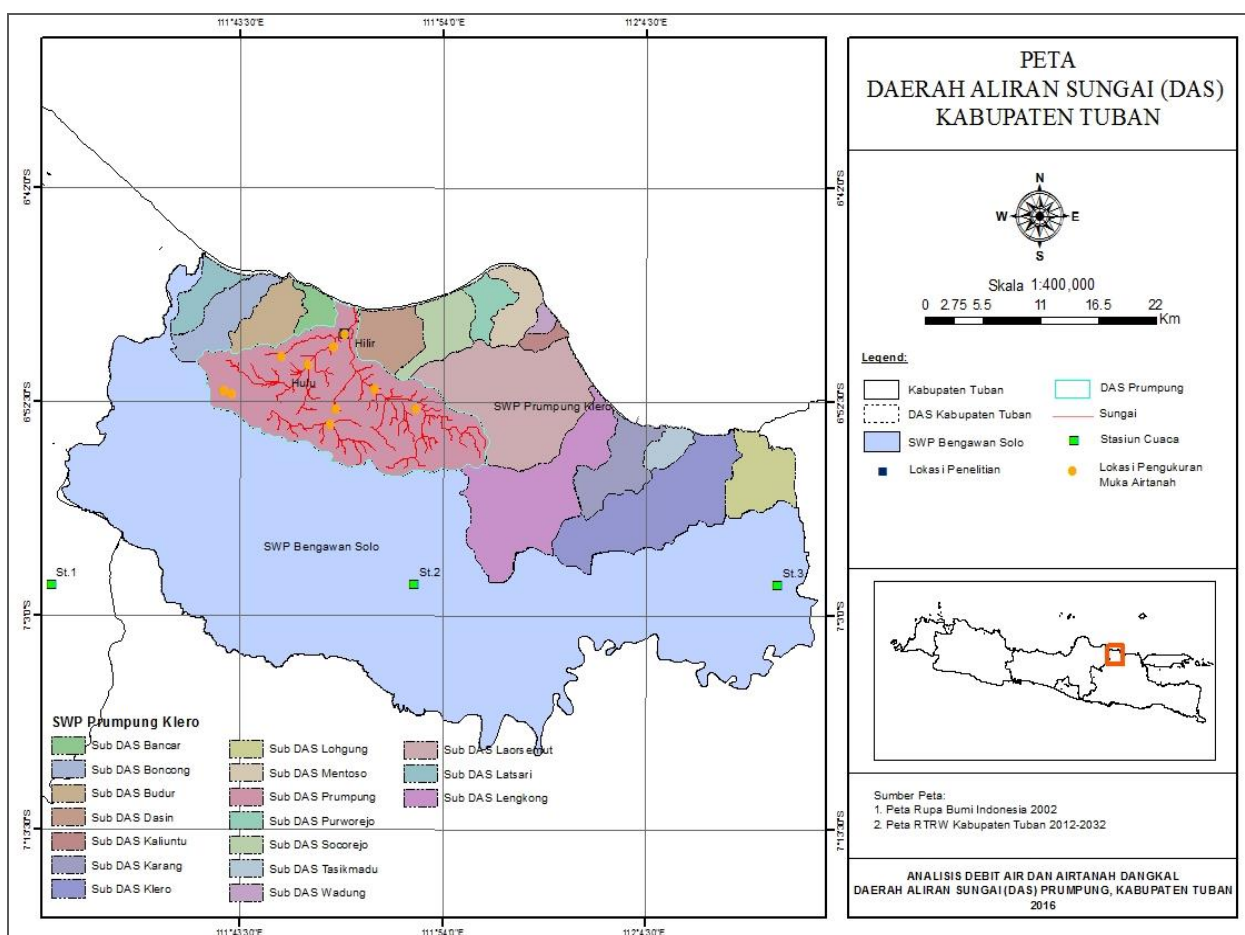
Berdasarkan hal tersebut maka tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui dan mengidentifikasi

penggunaan lahan serta menghasilkan model hidrologi DAS Prumpung. Selain itu hasil dari penelitian ini dapat memberikan masukan dalam perumusan kebijakan mengenai penggunaan air dan konservasi dalam kaitannya dengan airtanah, khususnya sektor pertanian dan industri dalam Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Tuban.

## 2. Metode

### 2.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di DAS (Daerah Aliran Sungai) Prumpung, Kabupaten Tuban, Provinsi Jawa Timur yang berlangsung pada bulan Juli 2014 hingga September 2014. Lokasi penelitian merupakan DAS terbesar di Kabupaten Tuban yang merupakan bagian dari SWP (Satuan Wilayah Perairan) DAS Prumpung Klero, Kabupaten Tuban. Secara geografis DAS Prumpung berada diantara kecamatan Bancar, Tambakboyo, Kerek, Merkurak dan Jatirogo, dengan luas wilayah sebesar 22,319.14 ha (Gambar 1).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian DAS Prumpung, Kabupaten Tuban

### 2.2. Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan bersumber dari data sekunder maupun data primer dalam bentuk spasial ataupun non

spasial. Data spasial tutupan lahan berdasarkan interpretasi Citra SPOT 6 tahun 2014. Kemiringan lahan diidentifikasi dengan analisis berdasarkan data DEM (*Digital Elevation Model*) menggunakan resolusi 30x30 m dan peta Rencana Tata Ruang dan Wilayah

(RTRW) 2012-2032 dan peta Sumberdaya Tanah Tingkat Tinjau Kabupaten Tuban dengan skala 1:250.000 (Balitbangtan 2011). Data debit aliran sungai Prumpung/Belikanget Kabupaten Tuban 2006 dan 2007 (Pusair 2014). Sedangkan data-data non spasial yang digunakan adalah data iklim harian tahun 2003-2014 (curah hujan, suhu, kelembaban relatif, arah dan kecepatan angin dan lamanya penyinaran matahari) dan datastasiun CFSR (*Climate Forecast System Re-analysis/www.globalweather.tamu.edu.*)

### 2.3. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan mengelaborasi data hasil debit aliran sungai observasi lapang dan identifikasi penggunaan lahan melalui analisis spasial dengan Sistem Informasi Geografis (SIG). Proses deliniasi menggunakan data DEM, informasi batas DAS serta jaringan sungai dalam membuat *watershed delineator* (deliniasi DAS). Sedangkan pembentukan HRU (*Hydrologic Reponse Unit*) merupakan hasil *overlay* input data dari penggunaan lahan, jenis tanah dan kemiringan lahan. Untuk membangun *SWAT Model* dilakukan data HRU dan data iklim harian yang telah diperoleh. Pengolahan data dan identifikasi serta elaborasi dilakukan dengan *software Arc GIS 10.1 ArcSWAT (Soil and Water Assessment Tool)*.

Pada tahap selanjutnya adalah tahap kalibrasi, periode kalibrasi data debit aliran sungai dilakukan tahun 2012. Metoda kalibrasi dilakukan secara manual dengan menentukan dan mengubah nilai parameter yang merupakan parameter yang sensitif terhadap kondisi hidrologi DAS Prumpung yang digunakan dalam proses kalibrasi.

Validasi dilakukan dengan menggunakan periode data debit aliran sungai tahun 2014. *Warming up* data model dilakukan pada tahun 2011 hingga 2014. Data harian observasi dilakukan pada bulan Juli hingga September 2014. Proses kalibrasi menggunakan parameter-parameter yang memiliki pengaruh terhadap kondisi hidrologi DAS Prumpung.

Metode statistik yang digunakan dalam melakukan kalibrasi dan validasi adalah koefisien korelasi Pearson ( $R^2$ ) dan NSE (*Nash Sutcliffe Efficiency*). Yang direkomendasikan oleh *The American of Civil Engineers (Ahl et al., 2008)*.

$$R^2 = \frac{[\sum_i(Q_{m,i} - \bar{Q}_m)(Q_{s,i} - \bar{Q}_s)]^2}{\sum_i(Q_{m,i} - \bar{Q}_m)^2 \sum_i(Q_{s,i} - \bar{Q}_s)^2} \quad (1)$$

$$NSE = 1 - \frac{\sum_i(Q_m - Q_s)^2}{\sum_i(Q_{m,i} - \bar{Q}_m)^2} \quad (2)$$

dimana R = koefisien korelasi;  $Q_m$  = debit aliran sungai observasi ( $m^3/s$ );  $Q_s$  = debit aliran sungai model ( $m^3/s$ );  $\bar{Q}_m$  : rata - rata debit aliran sungai observasi ( $m^3/s$ );  $\bar{Q}_s$  : rata - rata debit aliran sungai model ( $m^3/s$ ). Nilai R berkisar antara 0 sampai dengan 1. Nilai R mendekati 1 menunjukkan bahwa terdapat hubungan

yang erat antara data simulasi dengan data observasi. *Nash Sutcliffe Efficiency* (NSE) merupakan suatu model statistik yang menunjukkan besar dari pengaruh hubungan data simulasi dan data observasi. Nilai NSE berkisar antara 0 dan 1, yang mana nilai mendekati 1 menunjukkan bahwa performa dari suatu model yang baik. Kriteria nilai statistik untuk NSE disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Nilai NSE

Kriteria	NSE
Sangat Baik	$0.75 < NSE < 1.00$
Baik	$0.65 < NSE < 0.75$
Memuaskan	$0.50 < NSE < 0.65$
Kurang Memuaskan	$NSE \leq 0.50$

Sumber: Moriasi et al. (2007)

Metode yang digunakan dalam observasi airtanah dangkal adalah dengan pengukuran kedalaman muka air sumur yang berada di wilayah DAS Prumpung. Parameter data yang diukur adalah pengambilan koordinat dan elevasi, bibir sumur, kedalaman sumur dari bibir sumur, tinggi muka airtanah dan diameter sumur. Pengukuran muka airtanah diprioritaskan pada bagian hulu dan hilir DAS Prumpung. Analisis spasial dan penyajian koordinat (lokasi sumur) ditampilkan menggunakan *software ArcGIS 10.1*.

### 2.4. Analisis Data

#### a. Analisis Perubahan Lahan

Informasi penggunaan lahan diperoleh melalui interpretasi citra SPOT 6 tahun perekaman 2014. Proses analisis perubahan penggunaan lahan dilakukan menggunakan program *ArcGIS 10.1*.

#### b. Analisis Aliran Airtanah Dangkal

SWAT menggunakan persamaan neraca air sebagai dasar pemodelan (Neitschet *al.*, 2004), dirumuskan sebagai berikut:

$$SW_t = SW_{t-1} + Rday_t - (Qsurf_t + Ea_t + Wseep_t + Qgw_t) \quad (3)$$

dengan  $SW_t$  = kandungan kadar airtanah pada hari ke-t ( $mm H_2O$ );  $SW_{t-1}$  = kandungan kadar airtanah awal pada hari ke t-1;  $Rday_t$  = curah hujan harian pada hari ke-t ( $mm H_2O$ );  $Qsurf_t$  = *run off* pada hari ke -t ( $mm H_2O$ );  $Ea_t$  = evapotranspirasi aktual pada hari ke -t ( $mm H_2O$ );  $Wseep_t$  = total air yang keluar dari lapisan tanah pada hari ke -t ( $mm H_2O$ );  $Qgw_t$  = total air yang mengalir kembali ke sungai pada hari ke-t ( $mm H_2O$ ) dan t = waktu dalam hari.

Akuifer dangkal memberikan kontribusi aliran dasar ke saluran utama atau mencapai subbasin. Aliran dasar (*base flow*) yang akan masuk sebagai debit aliran sungai jika jumlah air yang disimpan dalam akuifer dangkal melebihi nilai ambang batas yang ditentukan. Respon aliran airtanah pada kondisi *steady* adalah:

$$Q_{gw} = \frac{8000K_{sat}}{L_{gw}^2} h_{wtbl} \tag{4}$$

dimana  $Q_{gw}$  adalah aliran airtanah, atau *base flow*, ke saluran utama pada hari  $i$  (mm H<sub>2</sub>O),  $K_{sat}$  adalah konduktivitas hidrolik dari aquifer (mm/day),  $L_{gw}$  adalah jarak dari dari punggung bukit atau subbasin sistem airtanah ke saluran utama (m), dan  $h_{wtbl}$  adalah tinggi muka airtanah (m). Mengetahui isian airtanah dangkal berdasarkan hasil model SWAT DAS Prumpung dengan *ArcSWAT (Arc GIS 10.1)*.

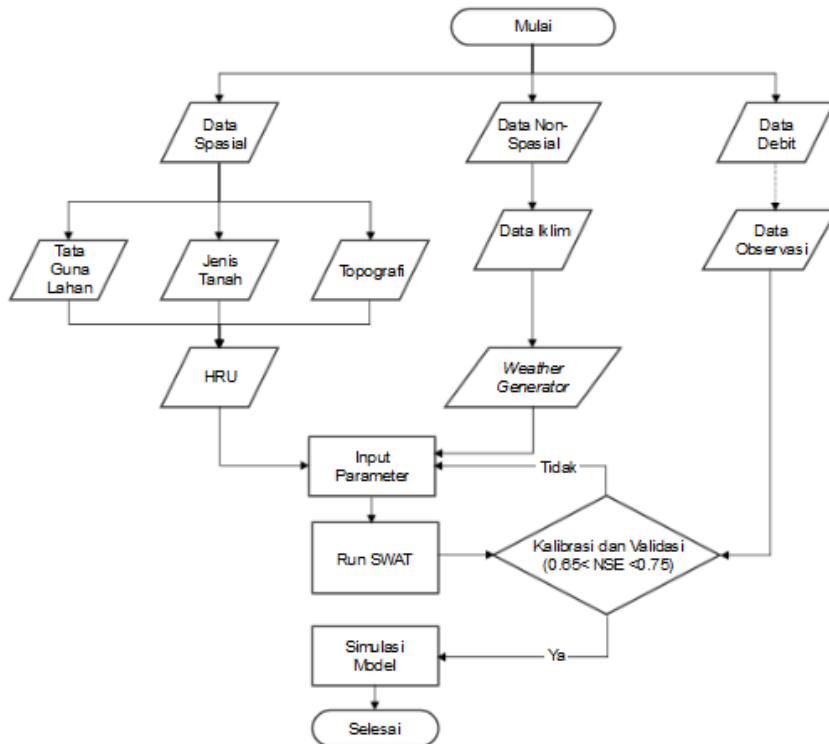
c. Skenario Konservasi DAS Prumpung

Mengetahui kemampuan ketersediaan debit aliran sungai dan airtanah terhadap perubahan tata guna lahan DAS Prumpung terhadap kondisi eksisting (skenario 1) dan kondisi berdasarkan RTRW (Rencana Tata Ruang Wilayah) Kabupaten Tuban 2012-2032 (skenario 2) dan skenario konservasi (skenario 3) berdasarkan perubahan tata guna lahan RTRW.

Berikut disajikan pada Tabel 2 rekapitulasi skenario tataguna lahan ketiga skenario di DAS Prumpung.

Tabel 2.Rekapitulasi Skenario Tata Guna Lahan DAS Prumpung

No	Tata Guna Lahan	Skenario 1 (Eksisting)		Skenario 2 (RTRW)		Skenario Konservasi	
		Luas (ha)	(%)	Luas (ha)	(%)	Luas (ha)	(%)
1	Hutan Produksi	3274	14.67	7908.33	35.43	7908.33	35.43
2	Industri dan Pergudangan	-	-	503.61	2.26	-	-
3	Lahan Cadangan Permukiman	-	-	667.10	2.99	-	-
4	Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan	7225	32.37	142.33	0.64	1349.22	6.05
5	Permukiman	619	2.77	1203.13	5.39	1203.13	5.39
6	Pertambangan	24	0.11	36.18	0.16	-	-
7	Sawah	152	0.68	8585.91	38.47	8585.91	38.47
8	Semak Belukar	2160	9.68	-	-	-	-
9	Badan Air	-	-	5.80	0.03	5.80	0.03
10	Tambak	-	-	1.48	0.01	1.48	0.01
11	Tegalan/Ladang	8866	39.72	3265.27	14.63	3265.27	14.63
	Total	22320	100.00	22319.20	100.00	22319.14	100.00



Gambar 2.Diagram Alir Penelitian

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Kondisi umum DAS Prumpung

Daerah Aliran Sungai (DAS) Prumpung memiliki luas wilayah sebesar 22,319.14 ha. Secara administrasi DAS Prumpung mempunyai batas sebagai berikut:

1. Sebelah Barat berbatasan dengan DAS Boncong, DAS Budur dan DAS Bancar
2. Sebelah Utara berbatasan dengan Laut Jawa
3. Sebelah Timur berbatasan dengan DAS Dasin, DAS Socorejo dan DAS Laorsemut
4. Sebelah Selatan SWP Bengawan Solo

##### a. Iklim DAS Prumpung

Kondisi iklim di DAS Prumpung secara umum dapat dilihat pada Tabel 2. Rata-rata curah hujan dari 3 stasiun curah hujan (2004-2014) menunjukkan bahwa curah hujan maksimum terjadi pada bulan Januari sebesar 342.8 mm dan diikuti bulan Februari 330.9 mm. Sedangkan curah hujan minimum terjadi pada bulan agustus sebesar 41.58 mm dan diikuti bulan September sebesar 53.81 mm. Suhu rata-rata bulanan maksimum terjadi pada bulan September dan Oktober sebesar 29.47°C dan 29.88°C. Sedangkan suhu terendah didapatkan pada bulan Februari dengan rata-rata sebesar 26.83°C. Lama penyinaran matahari mencapai puncaknya terjadi pada bulan September sebesar 21 Mj/m<sup>2</sup>.

Hal itu diikuti dengan kelembaban relatif (RH) terendah yang didapatkan sebesar 0.57% dibandingkan dengan bulan-bulan lainnya.

Data rata-rata iklim berdasarkan hasil rekaman 3 (tiga) stasiun hujan di wilayah Kabupaten Tuban dari tahun 2003 hingga 2014 (Tabel 3).

Tabel 3. Iklim DAS Prumpung, Kabupaten Tahun 2004-2014 Tuban

Bulan	Suhu Rata-rata (°C)	Curah Hujan (mm/bln)	RH (%)	Kecepatan Angin (m/s)	Radiasi (Mj/m <sup>2</sup> )
Januari	27.30	342.82	0.82	1.73	20.10
Februari	26.83	330.93	0.86	1.62	20.41
Maret	27.16	299.86	0.84	1.40	20.26
April	27.55	231.14	0.82	1.36	20.16
Mei	27.68	184.04	0.78	1.48	19.12
Juni	27.53	100.41	0.73	1.65	18.89
Juli	27.59	66.31	0.67	1.80	20.06
Agustus	28.16	41.58	0.61	1.87	20.78
September	29.47	53.81	0.57	1.84	21.38
Oktober	29.88	116.75	0.62	1.71	20.57
November	28.99	259.64	0.73	1.44	20.94
Desember	27.78	322.41	0.81	1.46	19.90

##### b. Kelerengan DAS prumpung

Kelerengan (*slope*) merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi besarnya debit aliran sungai yang keluar dari *outlet*. Lahan dengan kemiringan yang curam memiliki potensi *runoff* dan erosi yang tinggi jika

terjadi hujan. Faktor kemiringan lahan dapat menentukan HRU (Arsyad 2006). Pemilihan tutupan lahan yang tepat serta manajemen pengelolaan lahan yang baik akan menurunkan tingkat kerusakan.

Tabel 4. Kelerengan Klasifikasi Kelerengan DAS Prumpung

Kategori	Kelerengan (%)	Luas Area (ha)
Datar	0-3	2374.69
Sangat Landai	3-8	10815.22
Landai	8-15	3323.02
Agak Curam	15-25	1092.48
Curam	25-40	4713.71
Total		22319.12

##### c. Jenis Tanah DAS prumpung

Terdapat 10 jenis tanah di DAS Prumpung namun DAS prumpung didominasi oleh dataran dan perbukitan karst berdasarkan Peta Sumberdaya Tanah Tingkat Tinjau (Balitbangtan 2011). Persentase sebaran luasan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Luas Jenis Tanah DAS Prumpung

No	Luas Jenis Tanah	Luas (ha)
1	Asosiasi Typic Hapludults, Typic Dystrudepts, Oxisaquic Hapluderts	7573.97
2	Asosiasi Typic Hydraquents, Typic Endoaquents, Typic Udipsamments	433.54
3	Asosiasi Typic Hapludalfs, Typic Eutrudepts, Lithic Udorthents	4713.71
4	Asosiasi Typic Hapludults, Typic Dystrudepts	1360.31
5	Asosiasi Typic Haplustepts, Lithic Udorthents, Oxisaquic Haplustepts	3241.24
6	Asosiasi Typic Hapludalfs, Typic Eutrudepts, Lithic Udorthents	1068.32
7	Asosiasi Vertic Epiaquepts, Aeric Epiaquepts, Typic Dystrudepts	1941.16
8	Asosiasi Typic Hapludults, Typic Dystrudepts	1257.85
9	Asosiasi Typic Hapludalfs, Typic Eutrudepts, Lithic Udorthents	24.16
10	Asosiasi Typic Hapludults, Typic Dystrudepts	704.86
	Total	22319.12

##### d. Identifikasi Tata Guna Lahan

Hasil identifikasi kondisi eksisting penggunaan lahan berdasarkan interpretasi citra terbagi menjadi 7 kelompok penggunaan lahan. Tegalan/ladang merupakan kelompok tata guna lahan terbesar yang terinterpretasi sebesar 39.72%, diikuti dengan lahan pertanian dan hutan sebesar 32.37% dan 14.67 %.

#### 3.2. Kalibrasi dan Validasi SWAT

Proses kalibrasi yaitu melakukan pemilihan parameter-parameter sensitif dalam peningkatan koherensi antara respon hidrologi yang didapatkan dengan hasil sebuah model. Parameter input dalam model SWAT yang dominan berpengaruh terhadap respon hidrologi dapat berbeda pada berbagai DAS (Yustika, 2014).

Beberapa parameter sensitif terhadap perubahan debit aliran sungai diketahui diantaranya CN2, ESCO, EPCO, GW\_REVAP, GQWMN dan RCHRG\_DP (Santhi, *et al.*, 2006).

Kalibrasi model dilakukan untuk mendapatkan kondisi yang adaptif di lapangan. Proses kalibrasi dilakukan pada periode data debit aliran sungai tahun 2014. Sedangkan validasi dilakukan dengan membandingkan periode data debit aliran sungai 2014.

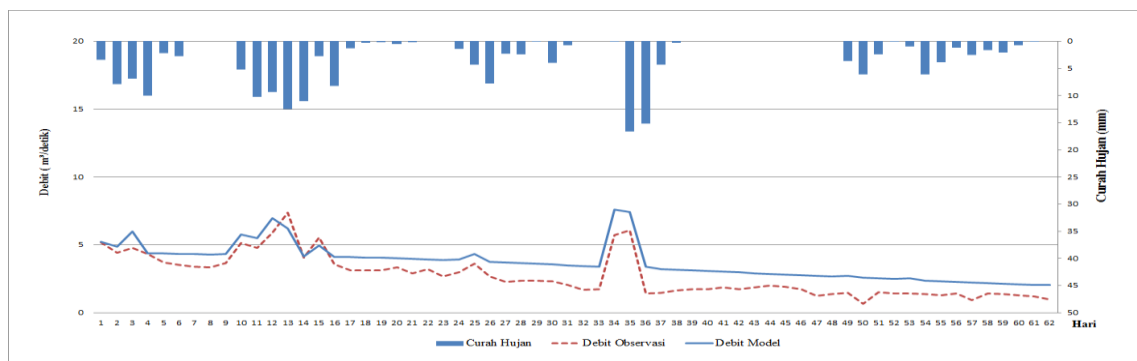
Terdapat 12 parameter sensitif terhadap perubahan debit aliran sungaidiantarnya CN2, faktor *alpha* aliran dasar (ALPHA\_BF), lama *delay* airtanah (GW\_DELAY), kedalaman minimum air di perairan dangkal (GWQMN), koefisien *revap* air bawah tanah (GW\_REVAP), fraksi perkolasi perairan dalam (RCHRG\_DP), faktor evaporasi tanah (ESCO), *factor uptake* tanaman (EPCO), nilai *Manning* untuk saluran utama (CH\_N2), hantaran hidrolik pada saluran utama alluvium (CH\_K2), faktor *alpha* aliran dasar untuk bank storage (ALPHA\_BNK) dan koefisien *lag* aliran permukaan (SURLAG).

Pada Gambar 3 disajikan grafik debit aliran sungai model dengan debit aliran sungai observasi terlihat bahwa rata-rata grafik debit aliran sungaimodel berada diatas debit aliran sungai observasi (*over predicted*). Debit aliran sungai model hasil kalibrasi memiliki nilai NSE dan R<sup>2</sup> yang didapatkan sebesar 0.61 dan 0.82 (memuaskan).

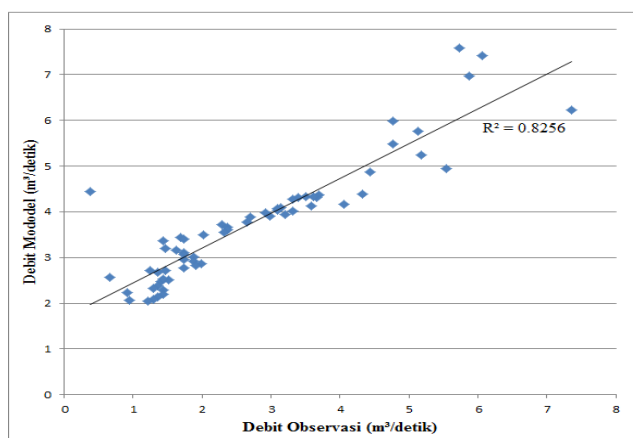
Validasi adalah proses evaluasi terhadap model untuk mendapatkan gambaran tentang tingkat ketidakpastian yang dimiliki oleh suatu model dalam memprediksi proses hidrologi (Indarto 2012). Langkah validasi bertujuan untuk membuktikan bahwa suatu proses metode dapat memberikan hasil yang konsisten sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Proses validasi dilakukan dengan membandingkan data harian debit aliran sungai observasi dengan data harian debit aliran sungai model simulasi bulan Juli-September tahun 2014. *Running* model dilakukan tahun 2011 hingga 2014.

Tabel 6. Tata Guna Lahan Kondisi Eksisting Tahun 2014

No	Tata Guna Lahan	Luas (ha)	Persentase (%)
1	Permukiman/Lahan Terbangun	619	2.77
2	Badan Air	24	0.11
3	Semak Belukar	2160	9.68
4	Lahan Pertanian	7225	32.37
5	Hutan	3274	14.67
6	Sawah	152	0.68
7	Tegalan/Ladang	8866	39.72
Total		223220	100.00%



Gambar 3. Debit aliran sungai model hasil kalibrasi DAS Prumpung.

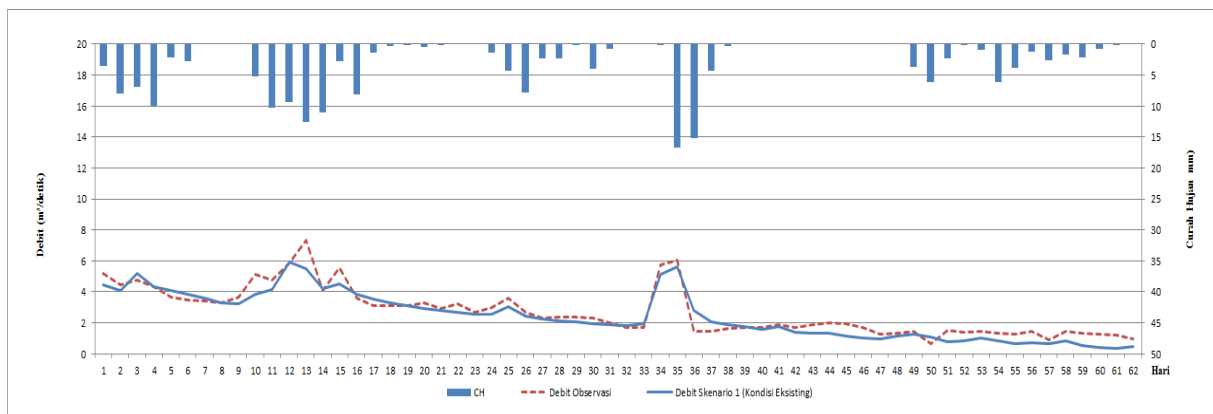


Gambar 4. Hubungan antara debit aliran sungai model dan debit aliran sungai observasi setelah kalibrasi.

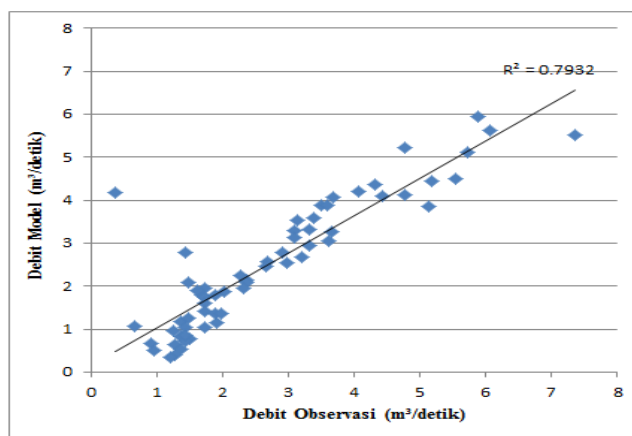


Pada Gambar 5 disajikan grafik debit aliran sungai model setelah kalibrasi dan validasi serta debit aliran sungai observasi (Juli hingga September 2014). Hasil debit aliran sungai model setelah kalibrasi dan validasi tersebut maka didapatkan nilai kondisi eksisting NSE dan  $R^2$  adalah sebesar 0.77 dan 0.79 dan masuk kriteria sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa model SWAT

dapat digunakan untuk memprediksi kondisi hidrologi pada DAS Prumpung berdasarkan tata guna lahan eksisting. Kondisi eksisting (Skenario 1) tata guna lahan didapatkan rata-rata debit aliran sungai sebesar 2,492 m<sup>3</sup>/detik, dengan debit aliran sungai maksimum didapatkan sebesar 5,945 m<sup>3</sup>/detik dan debit aliran sungai minimum sebesar 0.338 m<sup>3</sup>/detik.



Gambar 5. Debit aliran sungai model setelah di kalibrasi dan validasi serta debit aliran sungai observasi (Juli hingga September 2014) kondisi eksisting (Skenario 1) DAS Prumpung.



Gambar 6. Hubungan antara debit aliran sungai model dan debit aliran sungai observasi setelah kalibrasi dan validasi.

Tabel 7. Parameter Sensitif Terhadap Model Hidrologi SWAT

No	Parameter	Nilai	Nilai Minimum	Nilai Maksimum
1	*CN2.mgt	59-92	59	92
2	ALPHA_BF.gw	0.97	0	1
3	GW_DELAY.gw	31	0	500
4	GWQMN.gw	1500	1125	5000
5	GW_REVAP.gw	0.1235	0.02	0.2
6	RCHRG_DP.gw	0.05	0	1
7	ESCO.hru	0.95	0	1
8	EPCO.hru	1	0	1
9	CH_N2.rte	0.19	0	1
10	CH_K2.rte	5	0	500
11	ALPHA_BNK.rte	0.57	0	1
12	SURLAG.bsn	4	0.05	24

Keterangan : \*:73-85 (lahan pertanian, tegalan/ladang, semak belukar, hutan dan sawah) ;59-72 (pemukiman)

Berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW), Kabupaten Tuban tahun 2012-2032, penggunaan lahan tertinggi adalah sawah dan diikuti hutan produksi dengan masing-masing sebesar 38.47% dan 35.43%. Tata guna lahan kondisi RTRW DAS Prumpung disajikan pada Tabel 8.

Berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) DAS Prumpung (Skenario 2). Nilai rata rata debit aliran sungai model skenario 2 didapatkan sebesar 2,002 m<sup>3</sup>/detik, sedangkan maksimum debit aliran sungai model didapatkan sebesar 4,589m<sup>3</sup>/detik sedangkan yang terendah sebesar 0.151m<sup>3</sup>/detik. Nilai debit aliran sungai model maksimum skenario 2 mengalami penurunan yang tidak jauh berbeda dengan nilai debit aliran sungai model kondisi skenario 1 (kondisi eksisting). Perubahan tata guna lahan kondisi skenario 1 dan kondisi skenario 2 mempengaruhi perubahan debit aliran sungai yang diterima Daerah Aliran Sungai (DAS) Prumpung.

Pada Gambar 7 disajikan perbandingan grafik debit aliran sungai observasi, debit aliran sungai model skenario 1 (kondisi eksisting) dengan debit aliran sungai model skenario 2 (kondisi RTRW).

Tabel 8. Rencana Tata Guna Lahan RTRW Tahun 2012-2032

No	Tata Guna Lahan	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	Hutan Produksi	7908.33	35.43
2	Industri dan Pergudangan	503.61	2.26
3	Lahan Cadangan Permukiman	667.10	2.99
4	Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan	142.33	0.64
5	Permukiman	1203.13	5.39
6	Pertambangan	36.18	0.16
7	Sawah	8585.91	38.47
8	Badan Air	5.80	0.03
9	Tambak	1.48	0.01
10	Tegalan/Ladang	3265.27	14.63
Total		22319.14	100.00%

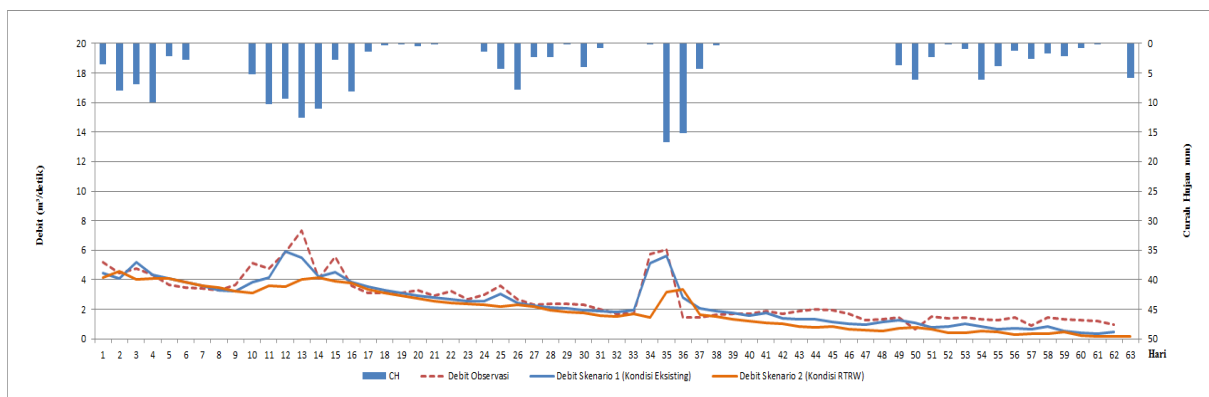
Berdasarkan hasil model, skenario konservasi, memiliki ketersediaan debit aliran sungai sebesar 0.334 m<sup>3</sup>/detik hingga 4,842 m<sup>3</sup>/detik dengan rata-rata sebesar 2,367 m<sup>3</sup>/detik.

Pada skenario konservasi terdapat 8 kelompok tata guna lahan. Tata guna lahan skenario konservasi didasari oleh Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) 2012-2032. Pada Tabel 9 disajikan kelompok tata guna lahan skenario konservasi.

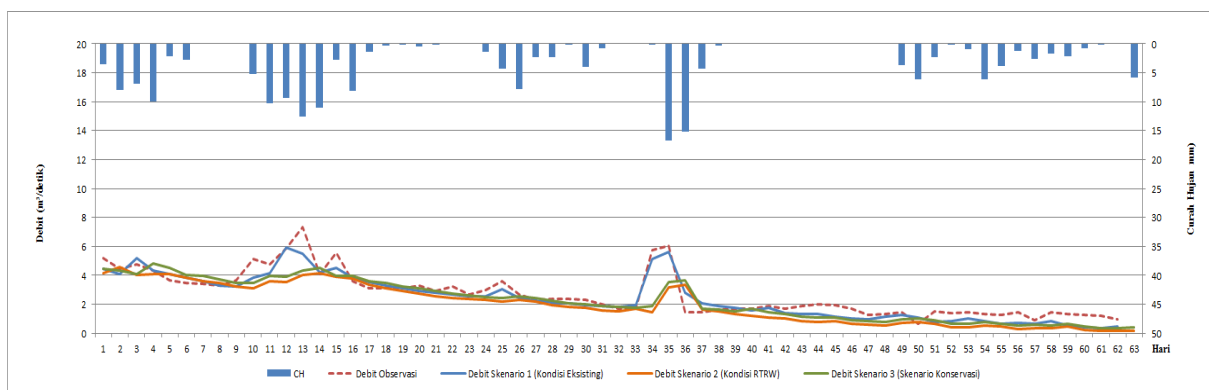
Tabel 9. Tata Guna Lahan Rencana Skenario Konservasi Berdasarkan RTRW Tahun 2012-2032.

No	Tata Guna Lahan	Luas (ha)	Persentase (%)
1	Hutan Produksi	7908.33	35.43
2	Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan	1349.22	6.05
3	Permukiman	1203.13	5.39
4	Pertambangan	-	-
5	Sawah	8585.91	38.47
6	Badan Air	5.80	0.03
7	Tambak	1.48	0.01
8	Tegalan/Ladang	3265.27	14.63
Total		22319.14	100.00

Pada Gambar 8 disajikan perbandingan grafik debit aliran sungai observasi, debit aliran sungai model skenario 1 (kondisi eksisting) dengan debit aliran sungai model skenario 2 (kondisi RTRW) dan debit aliran sungai skenario 3 (skenario konservasi).



Gambar 7. Perbandingan debit aliran sungai model skenario 1 (kondisi eksisting) dan skenario 2 (kondisi RTRW) DAS Prumpung.



Gambar 8. Perbandingan debit aliran sungai model skenario 1 (kondisi eksisting), debit aliran sungai skenario 2 (kondisi RTRW) dan debit aliran sungai skenario 3 (skenario konservasi) DAS Prumpung



3.3. Aliran Airtanah Dangkal Skenario 1 (Kondisi Ekisting), Skenario 2 (Kondisi RTRW) dan Skenario 3 (Skenario Konservasi).

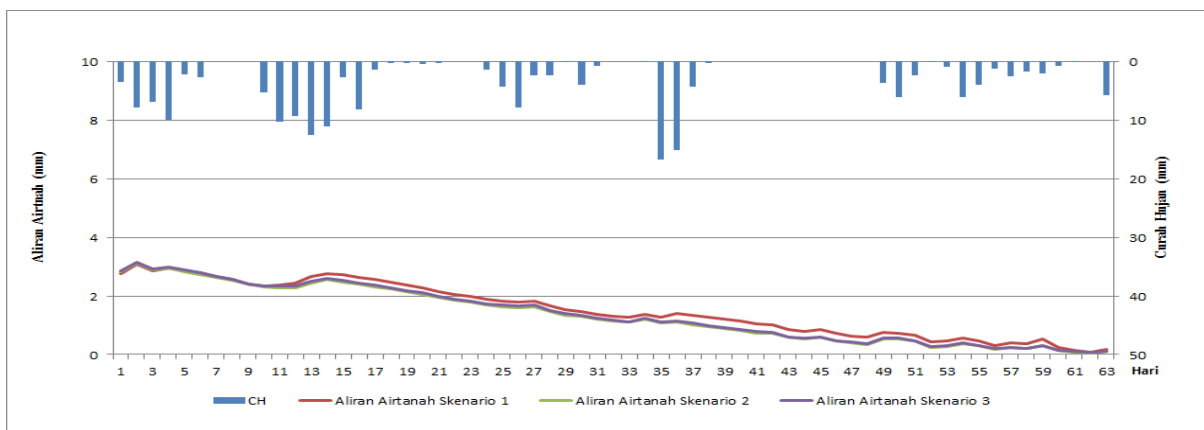
Berdasarkan hasil model hidrologi yang didapatkan aliran airtanah kondisi eksisting (skenario 1) memiliki aliran airtanah sebesar 0.090 mm hingga 3,070 mm dengan rata-rata 1,531 mm. Sedangkan aliran airtanah berdasarkan model skenario 2 (kondisi RTRW) terlihat lebih tinggi yaitu dengan nilai maksimum sebesar 3,100 mm dan minimum sebesar 0.060 mm.

Kondisi aliran airtanah berdasarkan penggunaan lahan berdasarkan skenario 2 (kondisi RTRW) menunjukkan airtanah dangkal memiliki ketersediaan aliran airtanah lebih tinggi dibandingkan kondisi eksisting. Hal ini dipengaruhi oleh penggunaan lahan berdasarkan skenario 2, memiliki jenis penutupan lahan (hutan) sebesar 35.43 % mencakup wilayah DAS Prumpung, dibandingkan dengan kondisi skenario 1 (kondisi ek-

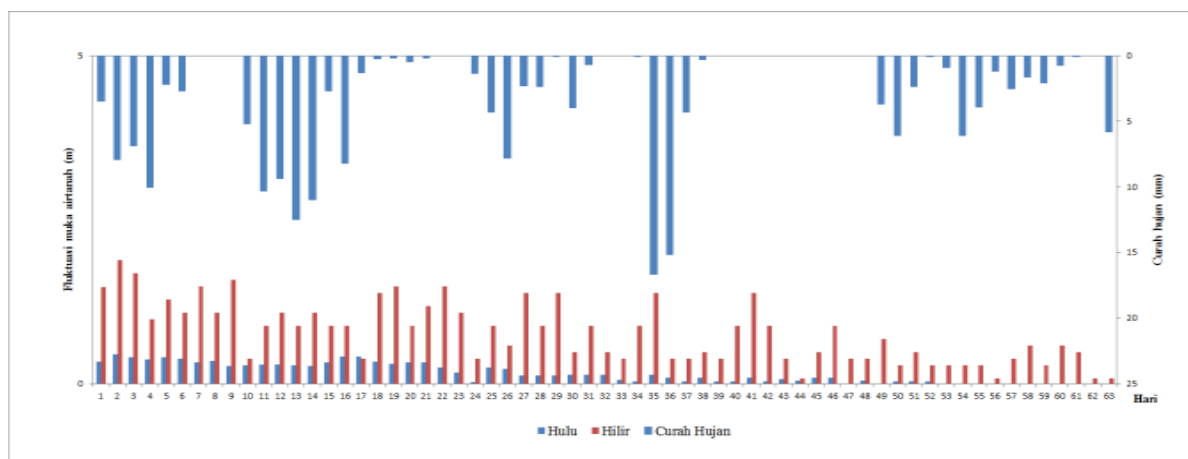
sisting) yaitu hanya 14.67%. Skenario konservasi memiliki aliran airtanah yang menuju sungai lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi skenario 2, namun tidak melebihi skenario 1 yaitu dengan rata-rata sebesar 1,392 mm. Pada Gambar 9 disajikan aliran airtanah observasi, skenario 1, skenario 2 dan skenario 3 di DAS Prumpung.

3.4. Airtanah Dangkal (Sumur) DAS Prumpung

Fluktuasi muka airtanah yang didapatkan dari hasil observasi yang dilakukan pada Juli hingga September 2014 menunjukkan muka airtanah dangkal pada bagian hulu mencapai 0.45 m dengan rata-rata sebesar 0.16, sedangkan muka airtanah bagian hilir memiliki rata-rata lebih besar dibandingkan fluktuasi muka airtanah di bagian sebesar 0.78 m dengan maksimum mencapai 1.88 m. Fluktuasi muka airtanah pada bagian hulu dan hilir DAS Prumpung disajikan pada Gambar 10.



Gambar 9. Perbandingan aliran airtanah skenario 1, aliran airtanah, skenario 2 dan aliran airtanah skenario DAS Prumpung



Gambar 10. Fluktuasi muka airtanah di bagian hulu dan hilir DAS Prumpung.

3.5. Karakteristik Hidrologi Hasil Skenario di Daerah Aliran Sungai (DAS) Prumpung

Pada Tabel Berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah DAS Prumpung terdapat 5.41% atau sebesar

1206.89 ha, wilayah yang dimanfaatkan pertambangan, lahan cadangan pemukiman serta industri dan perdagangan. Skenario perubahan tataguna lahan yang signifikan akan mempengaruhi ketersediaan debit aliran sungai maupun airtanah di wilayah DAS Prumpung.

Pengalihan fungsi lahan yang diperuntukan dalam pertambangan, lahan cadangan pemukiman serta industri dan pergudangan menjadi lahan pertanian yang berkelanjutan merupakan skenario konservasi untuk melihat perubahan RTRW Kabupaten Tuban, khususnya Daerah Aliran Sungai (DAS) Prumpung.

Berdasarkan hasil debit aliran sungai model, skenario konservasi (4,589 m<sup>3</sup>/detik), memiliki ketersediaan debit aliran sungai lebih tinggi dibandingkan dengan skenario RTRW (4,589 m<sup>3</sup>/detik). Sedangkan terhadap hasil model skenario 1 (kondisi eksisting), hasil model skenario konservasi memiliki nilai debit aliran sungai model yang berada lebih rendah.

Skenario 1 memiliki tegalan/ladang diikuti dengan lahan pertanian berkelanjutan merupakan kelompok tataguna lahan tertinggi sebesar 39.72% dan 32.37% pada skenario 1. Tegalan/ladang merupakan lahan pertanian musiman yang memanfaatkan musim hujan dalam pemenuhan kebutuhannya. Berdasarkan jenis tanah yang dimiliki DAS Prumpung, jenis tanah yang didominasi oleh dataran dan perbukitan karst sangat cocok dengan penggunaan lahan yang dominan di wilayah DAS Prumpung. Selain itu debit aliran sungai yang didapatkan di masing-masing skenario, skenario 1 (kondisi eksisting) memiliki debit aliran sungai yang lebih tinggi dibandingkan dengan kedua skenario lainnya.

Hasil model kondisi aliran airtanah dangkal skenario konservasi memiliki rata-rata lebih tinggi dibandingkan skenario 2, namun tidak lebih tinggi dibandingkan dengan skenario 1. Nilai rata-rata debit aliran sungai dan aliran airtanah masing-masing skenario disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Rekapitulasi Debit Aliran Sungai dan Aliran Airtanah Dangkal Hasil Model Skenario DAS Prumpung.

Debit (m <sup>3</sup> /detik)	Skenario 1 (Eksisting)	Skenario 2 (RTRW)	Skenario Konservasi
Maksimum	5.945	4.589	4.842
Minimum	0.338	0.151	0.334
Rata-Rata	2.492	2.002	2.267
Total	157.018	126.097	142.830
Aliran Air Tanah (mm)	Skenario 1 (Eksisting)	Skenario 2 (RTRW)	Skenario Konservasi
Maksimum	3.070	3.100	3.140
Minimum	0.090	0.060	0.070
Rata-Rata	1.531	1.356	1.392
Total	96.480	85.450	87.670

#### 4. Kesimpulan dan Saran

##### 4.1. Kesimpulan

Daerah Aliran Sungai (DAS) Prumpung Kabupaten Tuban memiliki luas 22319.14 ha. Berdasarkan hasil interpretasi citra kondisi eksisting DAS Prumpung terbagi menjadi 7 kelompok penggunaan lahan. Tegalan/ladang merupakan kelompok tata guna lahan

terbesar yang terinterpretasi sebesar 39.72%. Terdapat 12 parameter yang teridentifikasi untuk proses kalibrasi dan validasi, sehingga didapatkan nilai korelasi skenario 1 (kondisi eksisting) NSE dan R<sup>2</sup> adalah sebesar 0.77 dan 0.79. Debit aliran sungai yang dihasilkan berdasarkan kondisi eksisting sebesar 0.338 m<sup>3</sup>/detik hingga 5.945 m<sup>3</sup>/detik dengan aliran airtanah mencapai kisaran 0.03 mm hingga 2.74 mm. Sedangkan berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Tuban Tahun 2012-2032, kelompok pengguna lahan terbagi menjadi 10 kelompok tata guna lahan. Sawah dan hutan produksi merupakan kelompok terbesar dengan luas lahan sebesar 8585.91 ha (38.47%) dan 7908.33 ha (35.43%).

Debit aliran sungai berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Tuban Tahun 2012-2032, didapatkan nilai debit aliran sungai maksimum sebesar 4,589 m<sup>3</sup>/detik dan debit aliran sungai minimum sebesar 0.151 m<sup>3</sup>/detik.

Berdasarkan tata guna lahan skenario konservasi (skenario 3), debit aliran sungai memiliki ketersediaan debit aliran sungai dengan kisaran 0.334 m<sup>3</sup>/detik hingga 4.842 m<sup>3</sup>/detik. Hal ini menunjukkan perubahan tata guna lahan yang diperuntukkan menjadi pertambangan, lahan cadangan pemukiman serta industri dan pergudangan tidak memberikan perubahan yang signifikan terhadap ketersediaan debit aliran sungai dan airtanah Daerah Aliran Sungai (DAS) Prumpung. Penggunaan lahan terhadap jenis tanah yang dimiliki oleh DAS Prumpung akan berpengaruh terhadap kebutuhan air.

Identifikasi DAS Prumpung terhadap debit aliran sungai yang dihasilkan di musim kering/kemarau memiliki debit aliran sungai yang tergolong kecil jika dibandingkan dengan kebutuhan air berdasarkan tata guna lahannya. Diperlukannya perencanaan dalam pengendalian krisis air yang kemungkinan hampir terjadi dimusim kemarau. Perencanaan dan pengelolaan dalam pemanfaatan curah hujan yang cukup tinggi di musim penghujan akan memberikan kontribusi dalam pemenuhan kebutuhan air di musim kemarau.

##### 4.2. Saran

Ketersediaan air yang sangat melimpah pada musim penghujan, dapat dimanfaatkan dengan membuat embung atau tampungan air yang dapat dimanfaatkan pada musim kemarau khususnya sektor pertanian yang memiliki area yang cukup luas serta membutuhkan air cukup besar di DAS Prumpung.

#### Daftar Pustaka

- [1] Abbaspour, C. Karim, 2008. SWAT Calibrating and Uncertainty Programs. A User Manual. Eawag Zurich, Switzerland.
- [2] Anonim. 2012a. Peraturan Daerah Kabupaten Tuban Nomor 9 Tahun 2012 tentang Rencana Tata ruang Wilayah Kabupaten Tuban, 2012-2032. Tuban.
- [3] Asdak, C. 2002. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gajah Mada University press, Yogyakarta.
- [4] Arsyad, S. 2006. Konservasi Tanah dan Air. Institut Pertanian Bogor Press, Bogor.

- [5] Balai Penelitian Tanah. 2011. Peta Sumberdaya Tanah Tingkat Tinjau. Badan penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- [6] Balai Hidrologi dan Tata Air. 2014. Pusat penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Air.
- [7] [BPS] Badan Pusat Statistik. 2013. Kabupaten Tuban Dalam Angka Tahun 2013: BPS.
- [8] Chow, V.T., D.R. Maidment, L.W. Mays, 1988. Applied hydrology. McGraw-Hill Book Company, New York. Etc: 110-113.
- [9] Indarto. 2012. Hidrologi, Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi. Bumi Aksara, Jakarta.
- [10] Ibrahim, M.R. 2012. Analisis Debit Sungai Dengan Menggunakan Model Swat Pada DAS Cipasauran, Banten.
- [11] Hardjowigeno, S., Widiatmaka. 2007. Evaluasi Kesesuaian Lahan dan Perencanaan tata Guna Tanah. UGM Press, Yogyakarta.
- [12] Hendrayana, H. 2002. Dampak Pemanfaatan Air Tanah. (UGM) Universitas Gadjah Mada.
- [13] Irsyad, F. 2011. Analisis Debit Sungai Cidanau dengan Aplikasi SWAT. (IPB) Institut Pertanian Bogor.
- [14] Junaedi, E. 2009. Kajian berbagai alternatif perencanaan pengelolaan das cisadane menggunakan model swat. Tesis. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- [15] Malahayati, S.Y. 2009. Kajian Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Respon Hidrologi Pada Das Cirasea Menggunakan Model MWSWAT.
- [16] Moriasi, D.N., J.G Arnold, M.W Van Liew, R.L Bingner, R.D Harmel, T.L Veith. 2007. Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. American Society of Agricultural and Biological Engineers 50 (3), pp. 885- 900.
- [17] Mulayana. 2010. Kalibrasi model swat dan pemodelan ketersediaan-permintaan air di daerah tangkapan air irigasi gumbasa palu. Jurnal Irigasi 6 (2) Oktober 2011.
- [18] Neitsch, S.L., J.G Arnold, J.R Kiniry, J.R Williams. 2005. Assessment Tool Theoretical Documentation. Version 2005. Grassland, Soil and Water Research Laboratory. Agricultural Research Service, Texas.
- [19] Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat dan Perum Jasa Tirta II. 2002. Potensi Sumberdaya Air Daerah Aliran Sungai untuk Produksi Air Berkelanjutan di Sub DAS Cikao, Cilalawi dan Ciherang, Purwakarta. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor .
- [20] Rossi, C.G., T.J Dybala, D.N Moriasi, J.G Arnold, C. Amonett, T. Marek. 2008. Hydrologic calibration and validation of the soil and water assessment tool for the lion river watershed. J. of Soil and Water Conservation 63 (6), pp. 533-541.
- [21] Santhi, C., R. Srinivasan, J.G Arnold, J.R Williams. 2006. A modelling approach to evaluate the impacts of water quality management plans implemented in a watershed in Texas. Environmental Modelling & Software. 21, pp. 1141-1157.
- [22] Waterbase. 2015. Climate Forecast System Reanalysis (CFSR). [terhubung berkala] [http://www.waterbase.org/download\\_data.html](http://www.waterbase.org/download_data.html). [14 Oktober 2015).
- [23] Yustika, R.D., S. D. Tarigan, Y. Hidayat, U. Sudadi. 2012. Simulasi Manajemen Lahan di DAS Ciliwung Hulu Menggunakan Model SWAT. 21 (2), pp. 71- 79.
- [24] Yustika, R.D., S. D. Tarigan, Y. Hidayat, U. Sudadi. 2014. Penggunaan Model Hidrologi di Sub DAS Ciliwung Hulu. Informatika Pertanian 23(2), pp.197-204